

中華民國第 56 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生物科

030309

「藥」到「蚊」除

—探討中藥氣味對白線斑蚊之忌避效果

學校名稱：桃園市立大成國民中學

作者： 國二 吳祐震 國二 古茂遠 國二 蔡祐丞	指導老師： 連顛婷
---	------------------

關鍵詞：中藥、白線斑蚊、忌避效果

摘要

為發展簡便、低成本與友善環境的天然防蚊液，本研究探討中藥溶液氣味對白線斑蚊的忌避效果。首先選用七種常見的中藥材，比較水萃取溶液與酒精萃取溶液之驅蚊性，整體而言，酒萃中藥溶液氣味的驅蚊作用較佳；效果為肉桂、丁香>艾絨>黃柏、小茴香>枸杞、山楂、對照組（酒精），其中酒萃肉桂溶液與丁香溶液之氣味對白線斑蚊的忌避效力最顯著。進一步由酒萃中藥溶液之忌避時效試驗中，發現至第 120 分鐘，酒萃肉桂溶液與丁香溶液氣味皆對白線斑蚊產生忌避作用。最後進行氣味趨避實驗，可以發現中藥防蚊液之忌避率可達八成以上。綜合以上結論，本研究所自製的中藥防蚊液，其驅蚊時效與方便性與市售防蚊液相差無幾，可作為日後應用發展之參考依據。

壹、研究動機

今年夏秋之際，南部登革熱疫情持續延燒，就連北部也出現因曾前往高雄、台南市等疫區而感染登革熱的案例，使得國人聞蚊色變！除了登革熱之外，以蚊子為媒介的傳染病，還包含日本腦炎、以及近來新聞上常提到的茲卡病毒感染症。因此，居家環境中該如何有效地防蚊是大家一直想要探討的議題。

在一年級我們學到「動物界」節肢動物門時，老師在課堂上提到蚊子叮咬與氣味有關，引起同學們許多的發想，進一步查資料發現，已經有不少研究指出，香草植物對蚊子具有忌避作用，而讓我們聯想到天然中藥材裡，也有許多味道較濃郁的藥草，若能以常見中藥材來自製天然防蚊液，可噴在陰暗角落，或做成防蚊香包掛在室內，減少校園及居家環境的蚊蟲孳生，同時又以天然中藥取代化學藥劑，豈不是一舉數得！綜合以上想法，本實驗欲探討居家中能夠兼顧驅蚊、環保及成本的方式，找出有效的防蚊中藥溶液！

貳、研究目的

一、比較水萃和酒萃中藥溶液氣味對白線斑蚊之忌避效果

（一）各種水萃中藥溶液氣味對白線斑蚊之忌避效果

（二）各種酒萃中藥溶液氣味對白線斑蚊之忌避效果

二、酒萃中藥溶液忌避時效試驗

（一）肉桂萃取液和丁香萃取液之氣味對白線斑蚊忌避時效之探討

（二）比較雄蚊和雌蚊對中藥溶液氣味之耐受性

三、氣味趨避試驗：酒萃中藥溶液氣味對白線斑蚊的忌避效果（手部試驗）


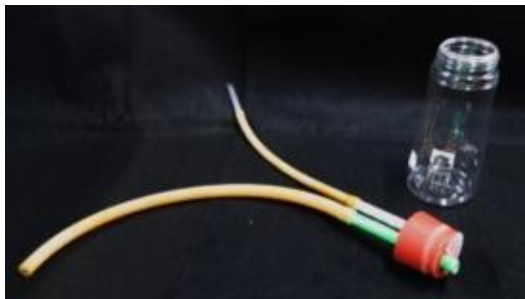
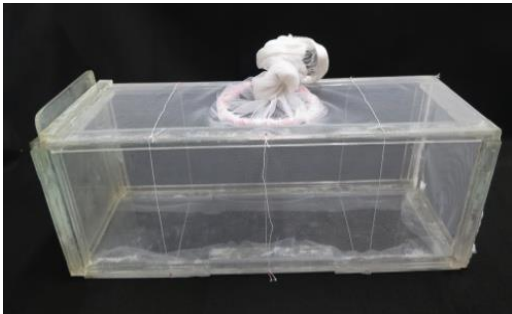

參、研究設備及器材

一、研究器材與設備

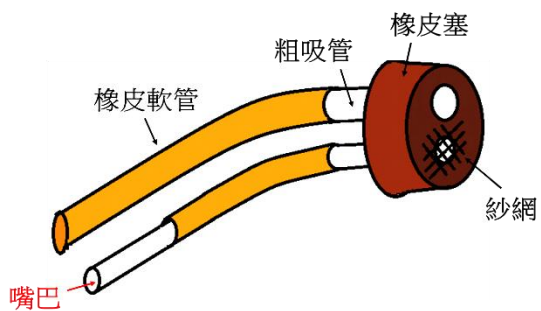
研磨機、電子秤、滷包袋、中藥罐、電鍋、量筒、篩網、塑膠滴管、噴瓶

二、自製設備

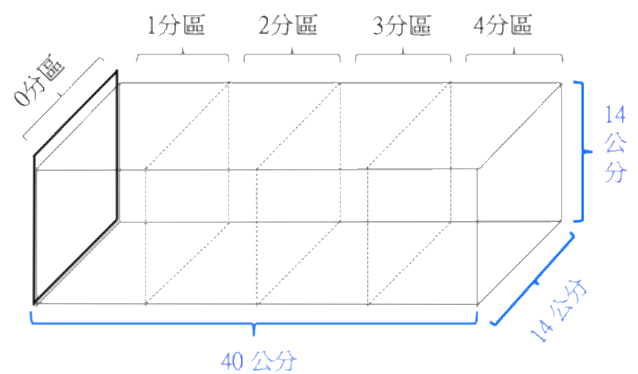
表一、本實驗所自製之器材

圖片		
名稱	自製飼養箱	自製吸蚊器
圖片		
名稱	自製實驗箱 A	自製實驗箱 B

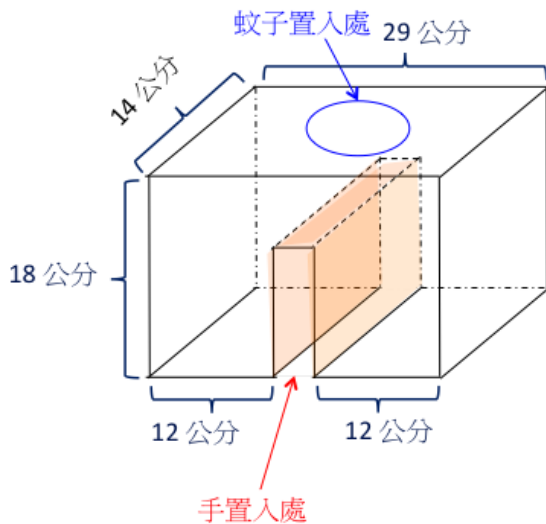
(一) 實驗裝置說明



圖一、自製吸蚊器示意圖



圖二、自製實驗箱 A 示意圖



圖三、自製實驗箱 B 示意圖

1. 自製吸蚊器 (圖一):

首先將橡皮塞用鑽洞器鑽出兩個洞，插入吸管，在吸管上連接橡皮軟管，而其中需和嘴巴接觸端再接上一段吸管，可更換保持衛生；另一端底部則黏上紗網以免蚊子飛入。接著將橡皮塞裝於塑膠瓶上，完成吸蚊器裝置。

2. 自製實驗箱 A (圖二):

由長 40 公分、寬 14 公分、高 14 公分的壓克力骨架，並以細紗網貼附表面製作出實驗箱，有一端具壓克力插槽，讓壓克力板可以插入，但不會使蚊子從空隙中跑出。將 40 公分長的實驗箱劃分出四個計分區，每區間長 10 公分。實驗時將中藥溶液噴灑於可抽換的壓克力板上，觀察並記錄蚊子所停留的得分區間 (表二)。

表二、忌避效果的計分方式

計分分數	實驗箱內得分區的判讀說明
0 分	蚊子直接停留於可抽換壓克力板上 (氣味發散源頭)
1 分	蚊子停留在距離氣味發散源 10 公分內的距離
2 分	蚊子停留在距離氣味發散源 10~20 公分間的距離
3 分	蚊子停留在距離氣味發散源 20~30 公分間的距離
4 分	蚊子停留在距離氣味發散源 30~40 公分間的距離

我們設定白線斑蚊若停在 0、1 分區，也就是具有中藥氣味的壓克力板上，則表示蚊子對於此中藥萃取液並無明顯的排斥效果；若停在 3 分區、4 分區，代表蚊子對於此中藥溶液氣味的排斥性越強，忌避效果也就越好。

3.自製實驗箱 B (圖三):

設計一密閉實驗箱，四周皆為壓克力材質，中間橘色區塊為紗網。將受試者的手置於中間凹槽處，使白線斑蚊受氣味吸引而靠近停在紗網上，紀錄停在紗網區的蚊子隻數。

三、關於實驗所使用的材料

(一) 生物材料：白線斑蚊

1.學名：*Aedes albopictus*。

2.分類階層：

動物界 Animalia、節肢動物門 Arthropoda、昆蟲綱 Insecta、雙翅目 Diptera、蚊科 Culicidae、黑斑蚊屬 *Aedes*。



圖四、白線斑蚊生活史

3.生活習性：

遍佈台灣全島的白線斑蚊，特徵是每隻腳均有五個白斑、身體有白色斑點，胸部背面中間有一條白色縱紋。活動期為白天，凡室內、室外長時間積水，且水質澄清的容器都容易孳生。幼蟲期 4 到 7 天，蛹期 1 到 4 天，成蚊約可存活兩週，其中雄蚊不吸血，

主要吸食植物汁液。除了登革熱以外，白線斑蚊還能傳播黃熱病等病原。最近的研究更指出，在其基因體中，發現帶有抗殺蟲劑的基因，顯示白線斑蚊對環境耐受性高。

(二) 中藥材料

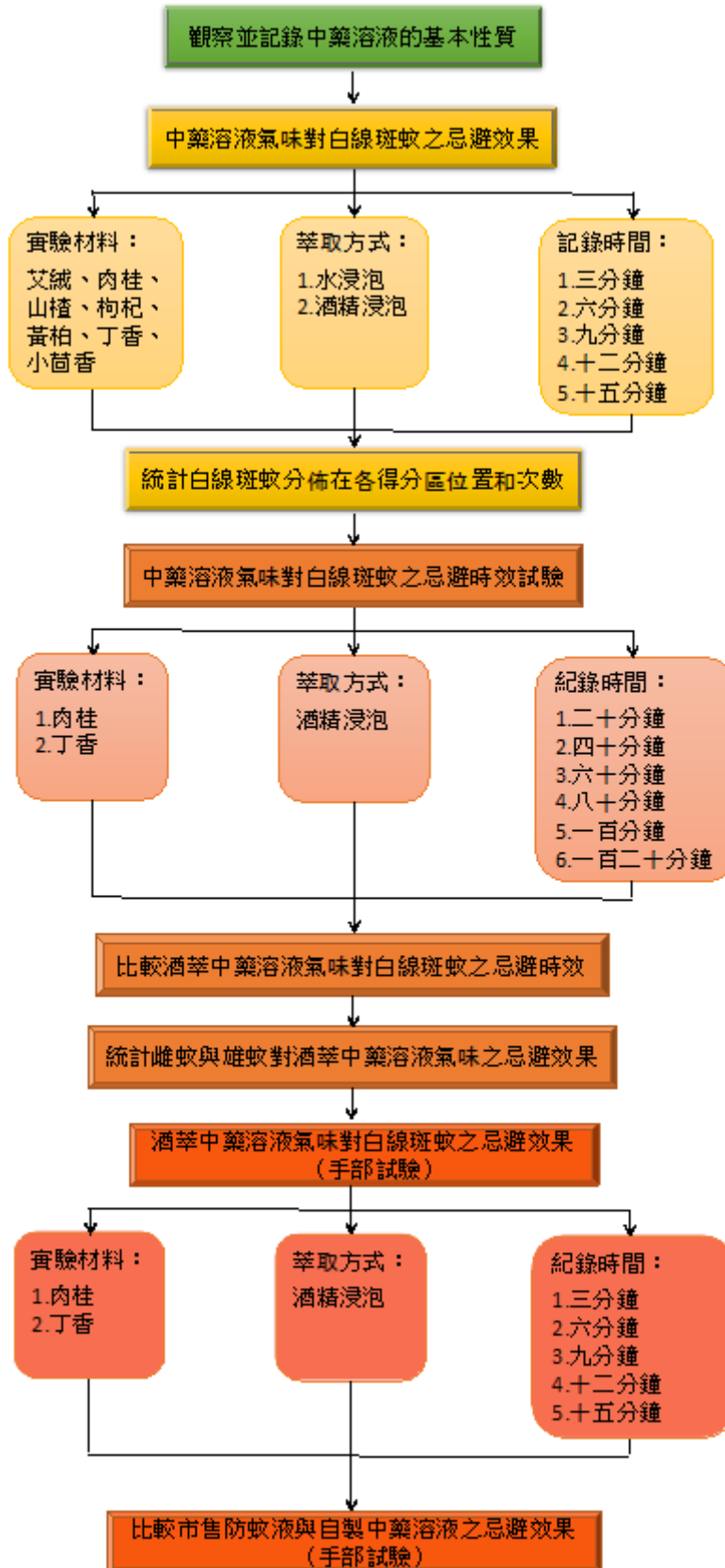
本實驗所使用的藥用酒精與七種中藥說明，請見表三。

表三、關於實驗所使用的中藥材料

圖片				
名稱	95%藥用酒精	艾絨	肉桂	山楂
說明	是揮發性、可燃的無色液體，本實驗中作為萃取劑。	中醫灸用的材料，多用於薰香，具有制菌驅蚊的效果。	味甘、辛，成分含有肉桂醛，不僅可殺菌，也可應用於驅蚊、除臭。常見於市售標榜天然的防蚊液的成分中。	味酸、甘，含多種有機酸。對治療心血管疾病、細菌性病疾等，均有較佳的療效。
圖片				
名稱	黃柏	枸杞	小茴香	丁香
說明	味苦，成分含多種生物鹼，且具有抑菌的效果。在醫書《傷寒論》中，為驅蟲劑藥方之一。	味甘，含多種氨基酸和枸杞多糖。甜度較高。一般用於調節免疫功能、保肝等作用。	味甘、辛，為驅蟲植物。成分含茴香醚等，具揮發性的特殊香氣。	味辛，其揮發油中含丁香油酚，可抑菌驅蟲，常見於市售標榜天然的防蚊液的成分中。

肆、研究過程或方法

一、實驗流程



圖五、實驗流程圖

二、供試蟲源

- (一) 採集地點：學校水溝、住家附近積水處，以撈網、塑膠滴管收集孑孓。
- (二) 鑑定：觀察所收集到的孑孓，以顯微鏡觀察，白線斑蚊胸部無勾刺（埃及斑蚊則有）。
將幼蟲飼養於塑膠水瓶，每日餵食酵母粉，於紗網飼養箱中至成蟲狀態，並觀察成蟲背部特徵，確認所飼養為白線斑蚊。
- (三) 繼代培養：以白老鼠供雌蚊叮咬，之後飼養箱中放入塑膠杯，其內壁以擦手紙圍住，裝約 1 公分的清水於容器內，以利雌蚊能在水面附近產卵於擦手紙上。靜置 3 到 4 天後拿起擦手紙並晾乾。要進行實驗時，將附有卵塊的擦手紙泡水，約 12 小時後，則可孵化出幼蟲。
- (四) 實驗時間：因考慮到白線斑蚊的光週期性，故統一在下午 1 點～6 點進行實驗。

三、製備水萃中藥材溶液

- (一) 秤取 10 克中藥材，以研磨機製成粉末並裝在滷包內。
- (二) 將中藥包放入碗中，並加入 100 毫升水。
- (三) 將碗置於電鍋內，在電鍋外鍋倒入一量米杯（180 毫升）的水，以電鍋燉煮直到跳停。
- (四) 移除中藥包，將水萃中藥溶液放在室溫下冷卻後備用。

四、製備酒萃中藥材溶液

- (一) 秤取 10 克中藥材，以研磨機打成粉末，裝在滷包內。
- (二) 將中藥包置於中藥罐中，並加入 100 毫升酒精。
- (三) 將中藥包浸泡 12 小時後移除，完成酒萃中藥溶液的製備。

五、製備中藥氣味面板

- (一) 將水萃或酒萃溶液，裝入噴瓶中，均勻噴佈 10 毫升的溶液於壓克力板上。
- (二) 晾乾壓克力板，再將其安裝在實驗箱中。

六、蚊子忌避實驗

- (一) 以自製吸蚊器將白線斑蚊從飼養箱移入實驗箱中，用紙張輕輕搨風讓蚊子重新起飛，並開始計時。
- (二) 計時 3 分鐘後，記錄白線斑蚊降落在各得分區紗網上次數及位置。
- (三) 再次以紙張輕輕搨風讓蚊子重新起飛，再次觀察降落情形，每隔 3 分鐘記錄一次，直

到第 15 分鐘為止。

- (四) 水萃中藥溶液以水作為對照組；酒萃中藥溶液以酒精作為對照組。每種處理 4 個重複數，試驗重複三次。

七、酒萃中藥溶液氣味對白線斑蚊之忌避時效試驗

- (一) 將酒萃中藥溶液，均勻噴佈 10 毫升的溶液於壓克力板上，靜置待試驗用。
- (二) 每隔 20 分鐘，進行忌避實驗，直到第 120 分鐘為止。操作方式如上所述。
- (三) 以酒精作為對照組。每種處理 4 個重複數，試驗重複二次。

八、比較雄蚊和雌蚊對氣味的耐受性

- (一) 進行「酒萃中藥溶液忌避時效試驗」時，每種處理各選擇 4 隻雌蚊、4 隻雄蚊，並記錄下雌蚊、雄蚊降落在各得分區紗網上次數及位置。

九、探討酒萃中藥溶液氣味對白線斑蚊的忌避效果（手部試驗）



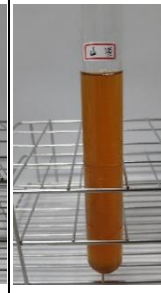
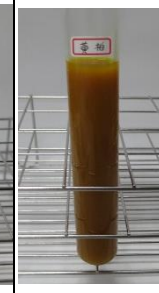


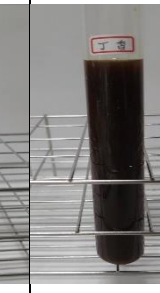
- (一) 準備酒萃肉桂與丁香原液，分別做 1/5 與 1/10 的稀釋液備用。將中藥溶液均勻噴佈 0.5 毫升在受試者的手心和手背上。
- (二) 手放置在自製實驗箱的夾層間，觀察並紀錄被吸引的白線斑蚊隻數。每隔 3 分鐘記錄一次，直到第 15 分鐘為止。另外也記錄下第一隻蚊子靠近而停留在紗網上的時間點。
- (三) 每種處理 6 個重複數，試驗重複四次。
- (四) 將所記錄下的斑蚊「總隻數」換算成「忌避率」。

$$\text{白線斑蚊忌避率 (\%)} = [1 - (\text{被吸引的白線斑蚊隻數} / \text{試驗總隻數})] \times 100\%$$

伍、研究結果

一、水萃中藥溶液的基本性質




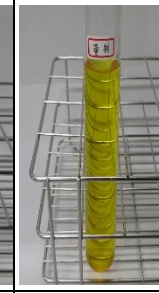



表四、水萃中藥溶液之外觀顏色與氣味

種類	艾絨	肉桂	山楂	黃柏	枸杞	小茴香	丁香
顏色							
氣味	氣味濃，具苦味	氣味濃，具辛甜味	氣味淡，具酸甜味	氣味淡，具苦味	氣味淡，具甘甜味	氣味濃，具苦味	氣味濃，具辛甜味

根據表四可知，經過加熱燉煮的水萃中藥溶液，皆散發出中藥特有的氣味，其中以艾絨、肉桂、小茴香、丁香之氣味較重而明顯，不易消散。而水萃中藥溶液的外觀大多呈現土黃或深咖啡色。

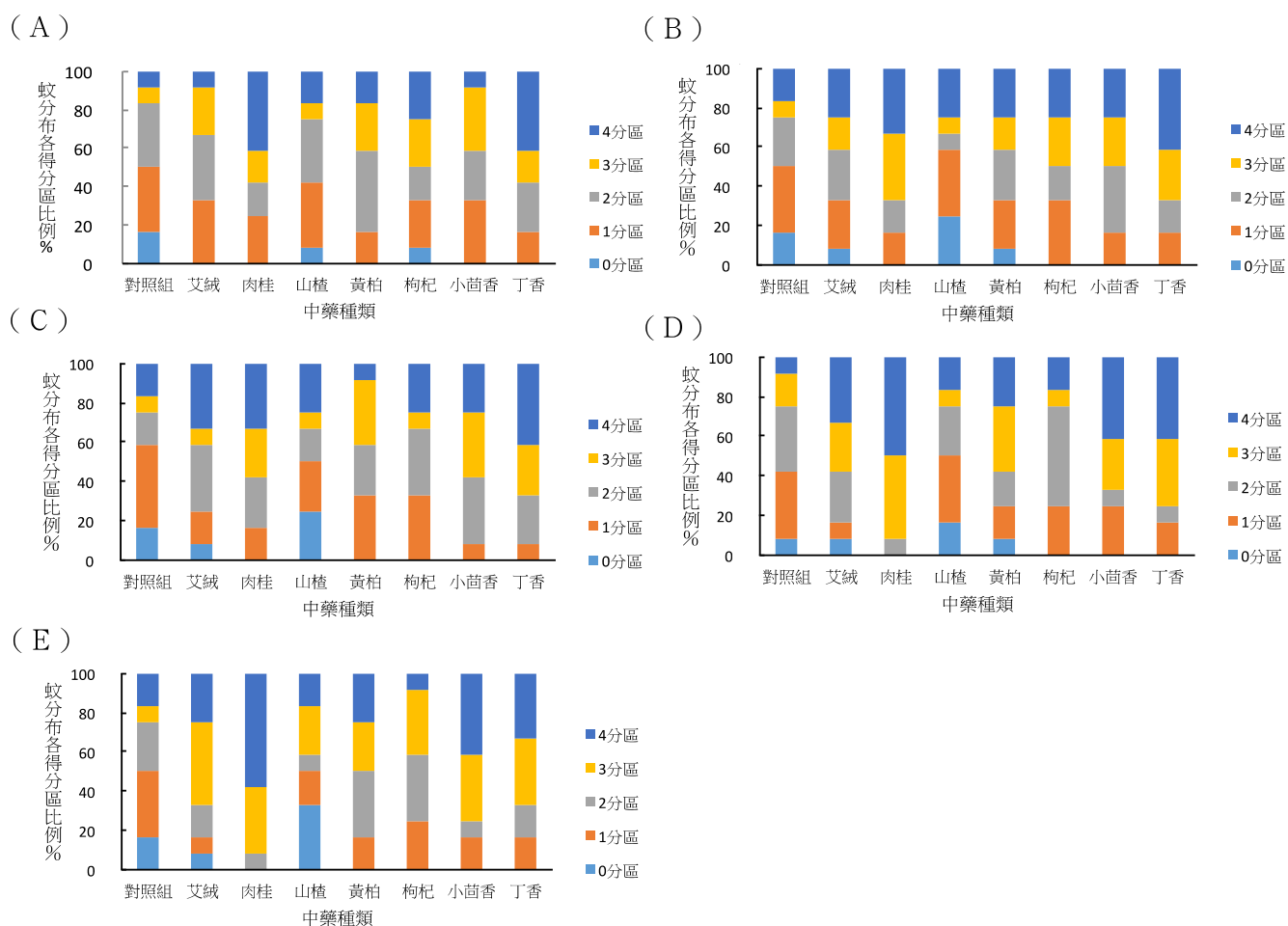
二、酒萃中藥溶液的基本性質

表五、酒萃中藥溶液之外觀顏色與氣味

種類	艾絨	肉桂	山楂	黃柏	枸杞	小茴香	丁香
顏色							
氣味	苦味	辛甜味	酸甜味	苦味	甘甜味	苦味	辛甜味

酒萃中藥溶液的氣味中，除了散發出中藥材本身氣味外，尚帶有刺鼻酒精味。而外觀顏色除了艾絨為深綠色外，其他皆為半透明的黃色或土黃色。

三、水萃中藥溶液氣味對白線斑蚊之分布影響



圖六、水萃中藥溶液氣味對白線斑蚊在不同時間之分佈情形

使用水萃取七種中藥溶液，在不同氣味揮發時間下，分別為 (A) 3 分鐘 (B) 6 分鐘 (C) 9 分鐘 (D) 12 分鐘 (E) 15 分鐘，觀察水萃中藥溶液氣味對白線斑蚊在四區之分布百分比。

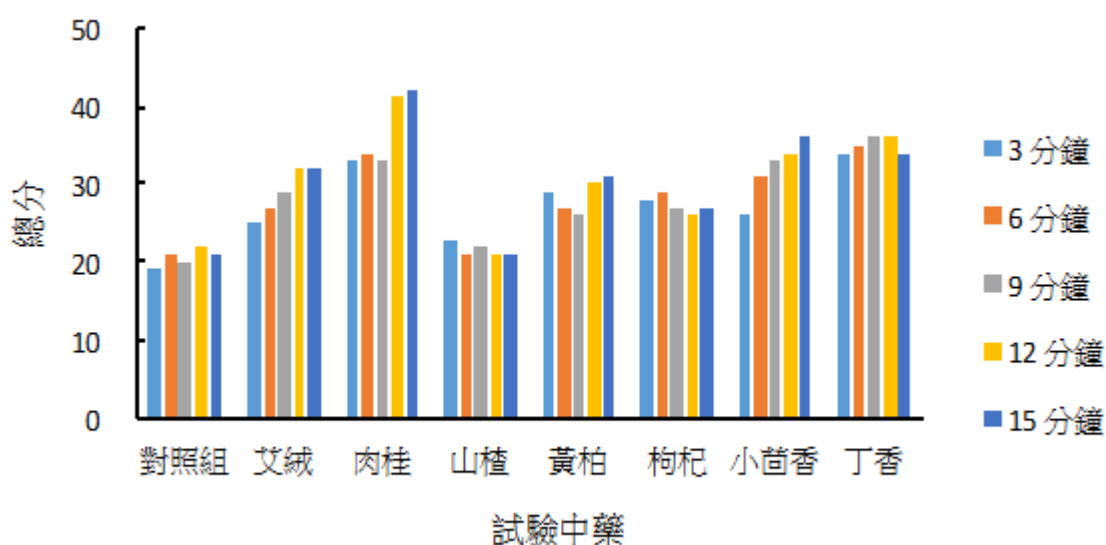
由圖六 (A) ~ (E) 的變化可知，對照組 (水)、山楂溶液的氣味並無使蚊子表現出忌避的行為，一半以上的蚊子仍停留在 0~2 分區間。在 15 分鐘內的分布情形較隨機、並無明顯趨勢，且較多比例的蚊子易停留在山楂組 0 分區，顯示白線斑蚊並無排斥山楂氣味。觀察水萃枸杞溶液，起始時蚊子較平均分布，6 分鐘後，分布在 0~2 分區間的蚊子增加至一半以上，可發現枸杞溶液氣味亦無明顯驅蚊效果，與對照組無太大差異。

水萃黃柏溶液則是在 3 分鐘時較多比例的蚊子停留在 2 分區，9 分鐘後多數停留在 3 分區，而 15 分鐘時，在 3~4 分區間的蚊子比例增加，顯示白線斑蚊分布有逐漸遠離黃柏溶液

氣味的趨勢。另外，水萃艾絨溶液與小茴香溶液方面，在一開始不到 40% 的蚊子停留在 3~4 分區間，但隨著試驗時間增加，停留在 3~4 分區間的蚊子比例超過 50%。

而肉桂溶液、丁香溶液對於白線斑蚊的忌避效果最明顯，發散氣味的時間越長，蚊子越停留在 3 分區和 4 分區間，甚至在 12 分鐘以後，肉桂溶液氣味導致停留在 4 分區的蚊子超過一半以上。顯示艾絨、小茴香、肉桂、丁香皆為白線斑蚊不喜歡的氣味。

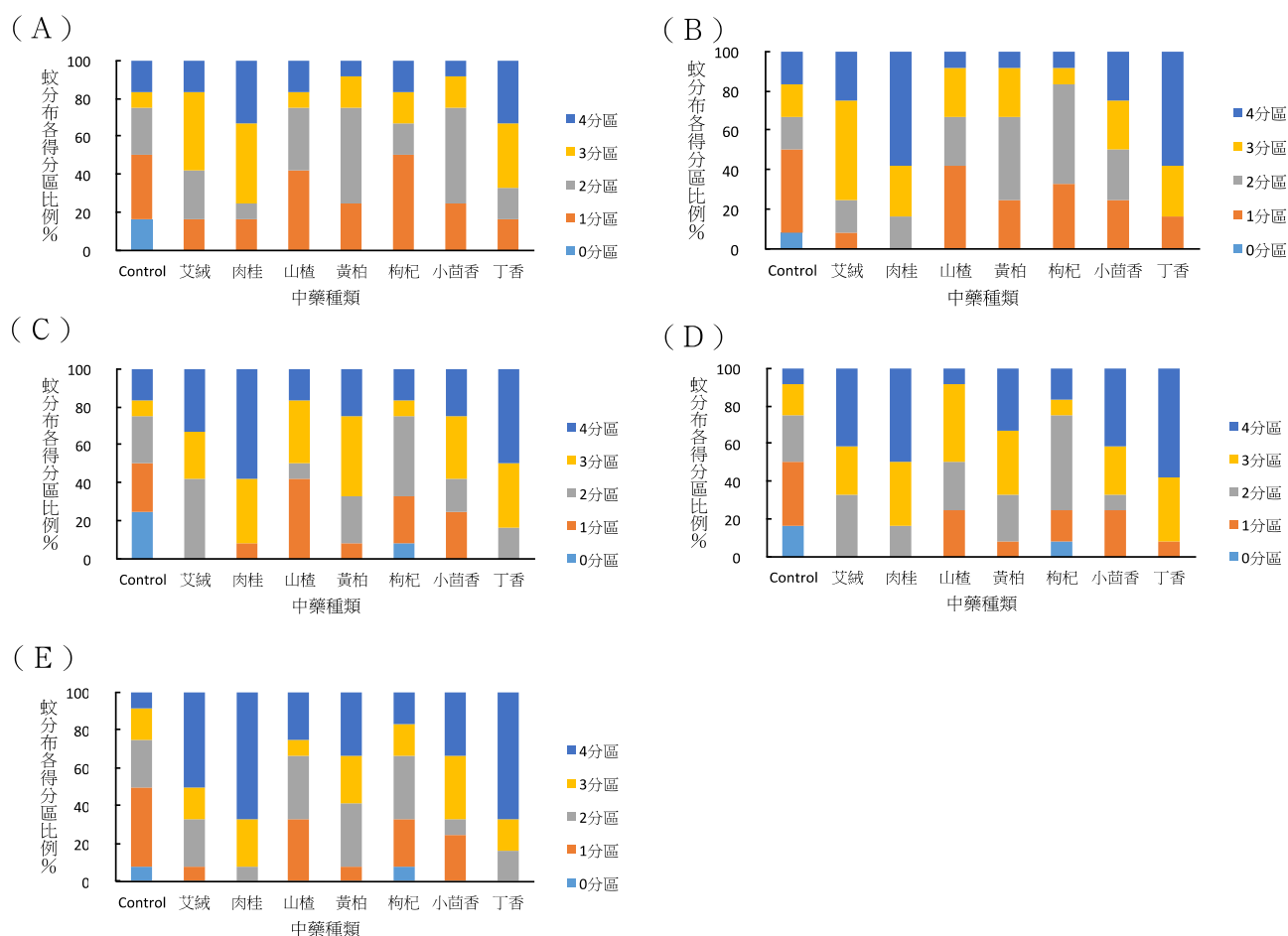
四、水萃中藥溶液氣味對白線斑蚊的忌避效果



圖七、不同水萃中藥溶液氣味對白線斑蚊的忌避效果

以不同水萃中藥溶液氣味測試對蚊子的忌避作用，由結果得知，相較於對照組，肉桂溶液和丁香溶液從 3 分鐘時即具有明顯的驅蚊作用，且第 12 分鐘後，肉桂溶液組的總得分數超過 40 分，高於對照組一倍。而小茴香溶液則在 9 分鐘後，隨時間增加，其氣味對白線斑蚊的忌避作用越來越明顯，甚至在第 15 分鐘時，其驅蚊效果高於丁香溶液。水萃黃柏溶液和枸杞溶液在各紀錄的時段，累計總分雖高於對照組，然而整體的驅蚊效果與對照組並無顯著差異。另外，可以發現白線斑蚊並不受水萃山楂溶液的氣味影響，其總分與對照組並無差異。

五、酒萃中藥溶液對蚊之分布影響



圖八、酒萃中藥溶液氣味對白線斑蚊在不同時間之分布情形

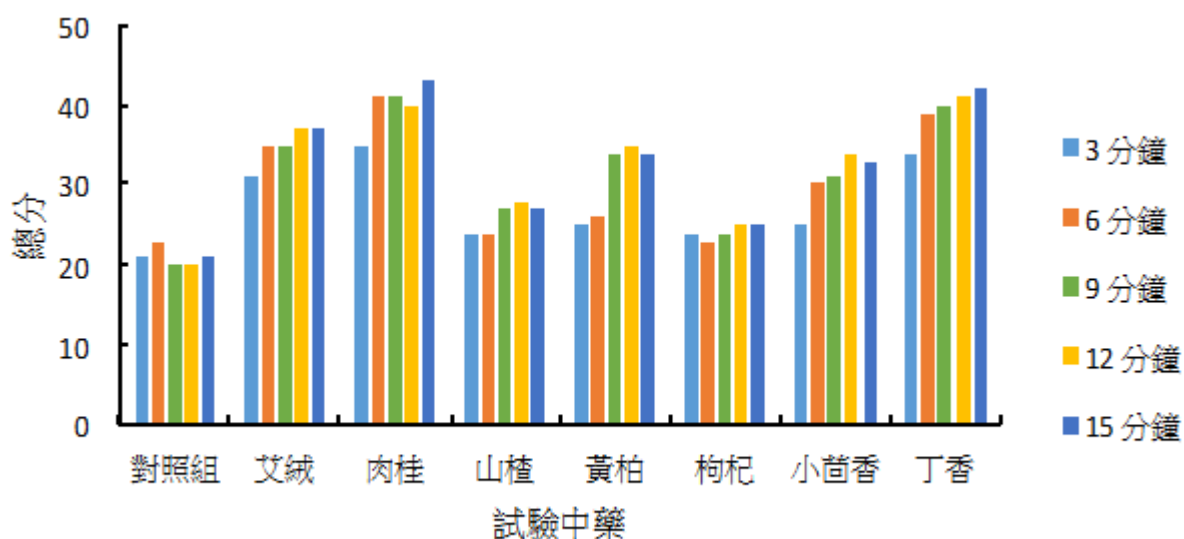
使用酒精萃取七種中藥溶液，在不同氣味揮發時間下，分別為 (A) 3 分鐘 (B) 6 分鐘 (C) 9 分鐘 (D) 12 分鐘 (E) 15 分鐘，觀察酒萃中藥溶液氣味對白線斑蚊在四區之分布百分比。

以不同酒萃中藥溶液氣味測試白線斑蚊之反應，每隔 3 分鐘記錄蚊子在各得分區的分布情形。可以發現在對照組 (酒精)、山楂溶液與枸杞溶液組中，蚊子多零散分布，無特定趨勢；至第 15 分鐘記錄為止，山楂組與枸杞組的蚊子超過 60% 集中在 0~2 分區間，顯示白線斑蚊並無排斥這兩組散發的氣味。

酒萃黃柏溶液和小茴香溶液則從 9 分鐘後，觀察到一半以上的蚊子分布在 3~4 分區間，表現出明顯的驅蚊效果。另一方面，白線斑蚊對於酒萃黃柏溶液氣味之反應，從一開始較多比例的蚊子停留在 2 分區，但至 9 分鐘時，多數蚊子則集中在 3 分區，12 分鐘時已明顯分布在 3~4 分區間，推論黃柏溶液的氣味為緩慢地發揮忌避作用。

而酒萃艾絨溶液、肉桂溶液與丁香溶液的氣味，則讓蚊子從試驗起始時，超過一半以上分布在 3~4 分區間；其中艾絨組隨著試驗時間增加，蚊子停留在 4 分區的數量明顯上升；肉桂組和丁香組則是從 6 分鐘開始，可以觀察到超過 80% 的白線斑蚊皆集中在 3~4 分區間，明顯表現出忌避的行為。

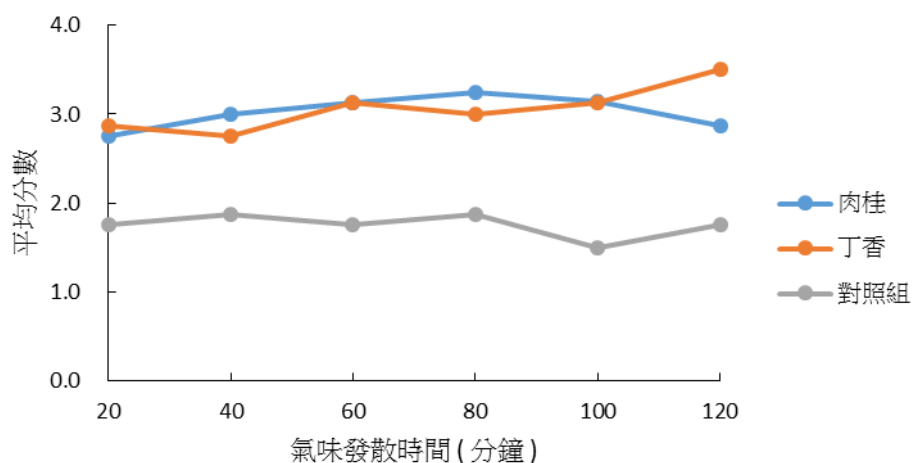
六、酒萃中藥材溶液氣味對白線斑蚊的忌避效果



圖九、不同酒萃中藥溶液氣味對白線斑蚊的忌避效果

以不同酒萃中藥溶液氣味測試對白線斑蚊的忌避效果，在起始 3 分鐘時，蚊子只有對肉桂和丁香產生明顯的忌避作用，更勝於其他酒萃中藥溶液與對照組；我們也觀察到在 9 分鐘後，艾絨、黃柏、小茴香溶液之氣味才對白線斑蚊有較明顯的忌避作用。此外，我們發現白線斑蚊對於山楂溶液與枸杞溶液的氣味並不排斥，與對照組均無差異。整體而言，酒萃溶液氣味的驅蚊效果為肉桂、丁香 > 艾絨 > 黃柏、小茴香 > 枸杞、山楂、對照組（酒精）；並且在實驗過程，我們發現到艾絨組、肉桂組、小茴香組、丁香組有較多比例的蚊子活動力明顯降低。比較水萃（圖七）和酒萃中藥溶液（圖九）結果可知，酒萃肉桂溶液和丁香溶液之氣味對白線斑蚊的忌避作用最佳，驅蚊效果也較穩定，故進一步在忌避時效試驗中，我們選用肉桂和丁香兩種中藥材以酒萃方式來進行測試。

七、酒萃中藥溶液氣味之忌避時效試驗



圖十、不同酒萃中藥溶液氣味對白線斑蚊的忌避時效性

根據之前的實驗（圖七、圖九），選用酒萃肉桂溶液與丁香溶液來探討揮發氣味可防蚊之持久性。相較於對照組（酒精），受到肉桂溶液和丁香溶液影響的白線斑蚊平均分布在 3 分區間，且忌避作用趨勢皆保持穩定。酒萃肉桂溶液在 80 分鐘內，其氣味對蚊子的忌避效果持續增加，往後才開始略微下降，但仍與初始（20 分鐘）之驅蚊作用相同，顯示至試驗中止時，仍具有驅蚊性。另外，酒萃丁香溶液的氣味對白線斑蚊呈現穩定的忌避作用，特別是在 100 分鐘後，其忌避效果更勝於酒萃肉桂溶液。

八、白線斑蚊在酒萃肉桂溶液氣味下之分布情形

表六、在酒萃肉桂溶液氣味影響下，雌蚊與雄蚊分布情形

時間(分)	區域		1分區		2分區		3分區		4分區	
	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌
20	0	1	2	0	1	2	1	1		
40	1	0	1	1	0	1	2	2		
60	0	0	1	0	3	2	0	2		
80	1	0	0	1	1	0	2	3		
100	1	0	0	0	2	2	1	2		
120	0	1	1	1	2	0	1	2		

另外我們也想了解白線斑蚊之性別對於氣味是否具不同的耐受性，因此在進行忌避時效試驗（圖十）時，也記錄下雌蚊與雄蚊的分布位置。根據實驗結果發現，在 120 分鐘內，無論是雌性或雄性的白線斑蚊多停留在 3~4 分區，遠離肉桂氣味的刺激，且雌蚊與雄蚊的分布並無太大的區別性。

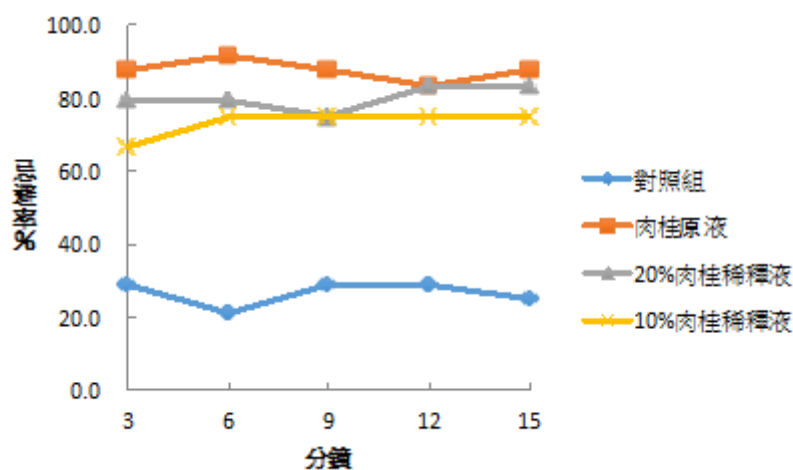
九、白線斑蚊在酒萃丁香溶液氣味下之分布情形

表七、在酒萃丁香溶液氣味影響下，雌蚊與雄蚊分布情形

時間(分)	區域		1分區		2分區		3分區		4分區	
	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌
20	0	1	1	1	1	1	2	1		
40	1	1	0	1	2	0	1	2		
60	0	0	1	2	1	0	2	2		
80	0	1	1	0	2	1	1	2		
100	1	0	0	1	1	1	2	2		
120	0	0	0	1	1	1	3	2		

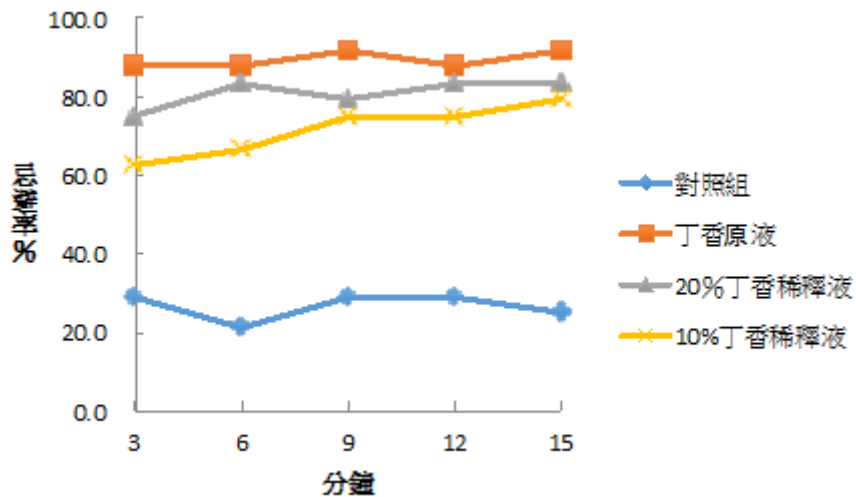
在白線斑蚊對於酒萃丁香溶液氣味的忌避反應，我們也同樣地發現雌蚊和雄蚊並無明顯的區隔分布，根據以上結果（表六、表七），目前暫無觀察到白線斑蚊的性別，與氣味耐受性的關聯。

十、氣味趨避試驗：探討酒萃中藥溶液氣味對白線斑蚊的忌避效果（手部試驗）



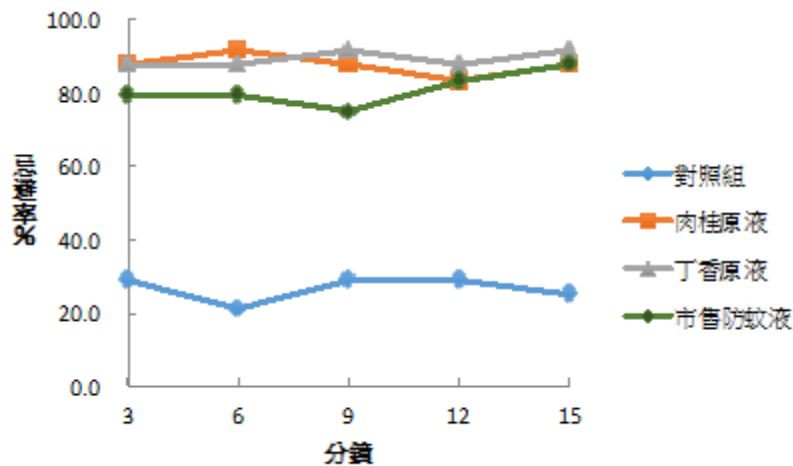
圖十一、酒萃肉桂中藥溶液氣味對白線斑蚊的忌避效果（手部試驗）

為進一步想探討，人體散發的氣味與中藥氣味對於白線斑蚊的趨避作用，本試驗將中藥原液或稀釋液塗在手上，每隔 3 分鐘觀察並紀錄蚊子的行為。相較於對照組，肉桂原液有明顯的防蚊效果，在測試的 15 分鐘之內，其忌避率皆在八成以上。我們也觀察到蚊子大多停留在最遠離手部的實驗箱器壁上，且第一隻蚊子靠近手部的時間甚至拉長至 2 分多鐘。而隨著稀釋原液濃度，防蚊效果也逐漸下降，但無論是 10%稀釋液或 20%稀釋液，對白線斑蚊的忌避率依然高於 60%，表示仍然有驅蚊的效果。



圖十二、酒萃丁香中藥溶液氣味對白線斑蚊的忌避效果（手部試驗）

丁香原液之氣味對白線斑蚊的忌避作用也有八成以上，與肉桂原液的驅蚊效果類似；第一隻蚊子靠近手部的時間也比對照組（手靠近試驗箱時，蚊子馬上靠近）更久，且其 10%稀釋液的驅蚊效果有隨著時間而上升的趨勢，甚至到第 15 分鐘時，其效果與 20%稀釋液相差無幾。另外，20%稀釋液驅蚊效果在第 6 分鐘後，其忌避率約為 80%，顯示雖經過稀釋，但濃烈的丁香氣味確實有驅離蚊子的作用。



圖十三、酒萃丁香中藥溶液氣味對白線斑蚊的忌避效果（手部試驗）

將肉桂原液、丁香原液與市售標榜含香草植物成份的防蚊液做比較，在試驗開始 3 分鐘時，或許是肉桂與丁香散發出強烈的氣味，因此忌避效果高於市售防蚊液。隨著試驗時間進行，市售防蚊液的驅蚊效果開始逐漸上升，至第 15 分鐘，其效果與肉桂、丁香原液相同，皆

對白線斑蚊產生明顯的忌避作用。綜合氣味趨避試驗（圖十一、圖十二）結果顯示，肉桂原液和丁香原液的驅蚊效果略高於市售防蚊液，表示肉桂原液和丁香原液確實對白線斑蚊具有明顯的忌避作用。因此，我們可知中藥溶液氣味對白線斑蚊的驅離效果大於手部氣味對白線斑蚊的吸引效果。

陸、討論

一、水萃中藥溶液氣味的驅蚊效果不如酒萃中藥溶液氣味。

- （一）植物產生一些不同的有機化合物，被稱為植物次級代謝物。這些具有揮發性的物質可以幫助植物保護自己，排拒某些昆蟲。艾草因含桉油醇等成份；肉桂具有肉桂醛、丁香酚；小茴香主成分為茴香醚、小茴香酮等；而丁香的氣味來源丁香酚，皆具有驅蟲的功效。推測一般藥材加水燉煮時，可能只提取出其中具有水溶性的有效成分，而乙醇因羥基具有極性，不但能溶出中藥材中水溶性的有效成分，同時因乙醇分子另一端屬於非極性，所以酒精也可以溶解非極性物質，故將其他次級代謝物溶出，這些物質也具有驅蟲的效果。
- （二）在實驗過程中，因水萃組經過高溫燉煮中藥的處理，推測也可能部分有效成分的活性被破壞，因此水萃中藥溶液的效果較不如酒萃中藥溶液。

二、雌蚊與雄蚊對於中藥溶液之氣味的反應無差異性。

- （一）在先前的科展中，有發現部分氣味特殊的植物（例如雞屎藤等）對雌蟑螂和雄蟑螂有不同的驅趕效果，因此我們認為雌蟲與雄蟲可能會對環境刺激產生不同的反應。但本次實驗中，所觀察到雌蚊與雄蚊的分佈，並無受到氣味而有明顯差異。推測有可能是酒萃肉桂、丁香溶液的氣味較濃郁刺激，因此造成白線斑蚊強烈的忌避作用。另外，未來也可增加統計的樣本數。

三、蚊子對山楂溶液和枸杞溶液無忌避效果。

- （一）糖液是蚊子的主要能量來源，因此坊間也延伸出利用糖罐來吸引蚊子，達到環保滅蚊之效果。山渣與枸杞皆為甘味藥材，其溶液味道比其他所選用的藥材淡而無刺鼻味，且會散發出一股淡淡的甘甜氣味，因此推測蚊子並不排斥這些味道。而許多報導指出，

蚊子易受甜酒味的吸引，藉此推測在本次實驗中，為何酒萃枸杞溶液對驅蚊的效果低於水萃枸杞溶液，甚至觀察到有更多比例的蚊子停留在酒萃枸杞溶液氣味來源附近。

(二) 未來我們也可進一步探討，利用山楂溶液或枸杞溶液混合香味材料、少量殺蟲劑，來吸引、誘殺蚊子，達到滅蚊的效果。

四、忌避時效實驗中，酒萃肉桂溶液與丁香溶液至第 2 小時仍對白線斑蚊有忌避效果。

(一) 忌避時效實驗總共進行 120 分鐘，直至實驗結束時丁香的驅蚊效果仍緩慢上升，可知我們自製出的簡易防蚊液效果可以至兩小時，與市售的防蚊液之持久時效相差無幾，且容易在居家中自行製作，同時兼具方便性與有效性。

(二) 因本實驗所設計的實驗箱長度為 40 公分，所以我們無法得知酒萃丁香溶液和肉桂溶液在 40 公分的距離外，是否還會對蚊子具有忌避效果？因此，之後可以更進一步加長實驗箱的長度或進行田間試驗，來了解我們所自製出的防蚊液之驅蚊距離，亦可增加其他種類中藥材進行測試，或是用其他品種的蚊子來進行試驗。

五、氣味趨避試驗中，我們可知中藥溶液氣味對白線斑蚊的驅離效果大於手部氣味對白線斑蚊的吸引效果。

(一) 為了解中藥溶液氣味與手部的氣味，何者更會影響白線斑蚊的趨避行為？因此我們設計了氣味趨避試驗。從實驗可知，酒萃肉桂與丁香溶液（未稀釋）氣味具有明顯驅蚊的作用，更進一步，想要實際了解自製中藥溶液與市售防蚊液的效果，因 DEET 類的防蚊產品標註不建議噴在皮膚上，故選用標榜天然香草防蚊液做為噴塗於手部的處理組。

(二) 我們上網查資料時，了解到衛生署建議成人選用 DEET 的防蚊液，濃度不要超過 35%，兒童不要超過 10%；同時也考量到我們實驗的目的—居家可自製簡易、低成本之防蚊液，故本試驗採用 10%與 20%的中藥稀釋液來探討其成效。而實驗發現中藥稀釋液對白線斑蚊的忌避率約在 60%至 80%之範圍，依然具有一定的驅蚊效果。顯示酒萃肉桂溶液與丁香溶液氣味確實會有讓白線斑蚊遠離的作用。

柒、結論

蚊子對於各種氣味的反應一直是許多研究的主題。考慮到能達成「居家防蚊」或「校園防蚊」的動機，設計出適合大家可自行操作的防蚊液製備方式，又減少對環境、對人體的傷害，因此我們選用常見中藥材作為本實驗的主角。

由本實驗發現，與水萃中藥溶液相比，酒萃中藥溶液之氣味對白線斑蚊的忌避作用更佳。而在不同種類の中藥材方面，偏甜味的枸杞和山楂，無法產生有效驅蚊的作用，甚至使蚊子更易靠近氣味的發散源。艾絨、肉桂、小茴香與丁香都具有特殊濃郁的香氣，在試驗進行時，也可觀察到蚊子並不喜歡靠近這些氣味，甚至降低活動力；此外，白線斑蚊對於酒精泡製的肉桂和丁香所溶液具有最明顯的忌避反應，且實驗證明這兩種藥材至少具有 120 分鐘的驅蚊效果；進一步實際塗抹在手部時，可明顯降低蚊子靠近的機率。綜合以上結果，本試驗自製的中藥防蚊液，其兼具方便性與驅蚊效力，可作為日後應用發展的參考，同時也達成我們的研究目標——天然防蚊液自己做！

捌、未來展望

- (一) 根據目前的實驗結果，我們可以把水萃與酒萃中藥原液進行系列稀釋，評比各溶液具有趨蚊效果的最低有效濃度，更能降低自製的成本；或者將這些溶液進行不同比例的混合，或許亦有加強的防蚊功效。
- (二) 除了探討揮發性的氣味分子對驅蚊的作用外，我們也能以自製中藥溶液對卵與子進行測試，了解水萃或酒萃中藥溶液內，是否具有會影響其存活率或生長的現象，更進一步對中藥溶液進行成分分析，而找出主要驅蚊或防蚊的成分。
- (二) 本實驗所自製的中藥溶液，可以應用在防蚊液的塗抹使用外，也可做成防蚊片、香包等形式，掛於校園內或家中，達到驅蚊、防疫的作用。

玖、參考資料及其他

- 一、李一宏。1997年。點校精編本草備要。臺北市：明師出版公司。
- 二、李健瑀、傅子軒。2003年。蚊所未聞。中華民國第四十九屆中小學科學展覽會作品說明書。
- 三、徐丞信、施欣言、蔡孟軒、賴姝媛。2004年。香草植物對蚊子的影響。中華民國第四十九屆中小學科學展覽會作品說明書。
- 四、李念穎、謝巧耘、李瑋宸、李長潔、許智斌、林士傑。2008年。吸血鬼的環保剋星。中華民國第四十七屆中小學科學展覽會。
- 五、田乃嘉、張志宏、蔡承軒。2008年。驅蟑達人「皂」得住～天然環保驅蟑皂。中華民國第四十六屆中小學科學展覽會作品說明書。
- 六、林炅霆、陳沛羽、馬聿琳。2011年。春眠怖「子」曉，處處蚊子咬。中華民國第五十一屆中小學科學展覽會作品說明書。
- 七、衛生署疾病管制局。2013年。登革熱病媒蚊生態及習性介紹。
- 八、X.G. Chen, X. Jiang, J. Gu, M. Xu, Y. Wu, Y. Deng, *et al.* 2015. Genome sequence of the Asian Tiger mosquito, *Aedes albopictus*, reveals insights into its biology, genetics, and evolution. *Proc Natl Acad Sci U.S.A.* 112: E5907-E5915.

【評語】 030309

1. 此作品主要欲探討不同中草藥的水萃或酒萃溶液，對白線斑蚊的忌避效果，期望發展具有環保概念的驅蚊劑。
2. 實驗的發想很好，實驗設計亦合理可行。然而在資料分析上，可留意標準偏差的使用及適當統計方法的測試。此外也要注意實驗箱的設計，避免氣味擴散或干擾。
3. 可考量使用不同中藥溶液的組合，並評估其驅蚊的效果是否比單一中藥溶液為佳。